



PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **04238654 A**(43) Date of publication of application: **26.08.92**

(51) Int. Cl.

B22D 11/06
B23K 26/00
B23K 26/06

(21) Application number: **03012687**(22) Date of filing: **11.01.91**(71) Applicant: **NIPPON STEEL CORP**

(72) Inventor: **MINAMIDA KATSUHIRO**
KIDO MOTOI
NISHIZAWA FUMIHIKO

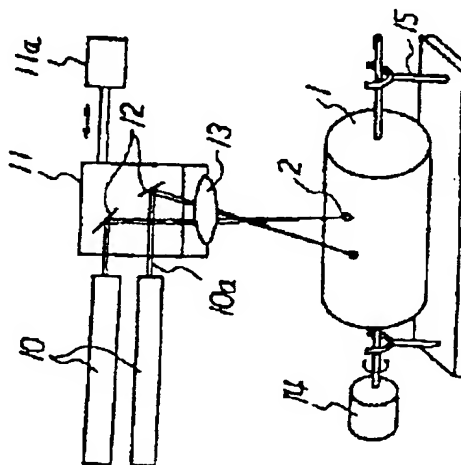
(54) **METHOD FOR FORMING DIMPLES IN COOLING DRUM FOR CASTING THIN CAST STRIP AND APPARATUS FOR MACHINING DIMPLES**

COPYRIGHT: (C)1992,JPO&Japio

(57) Abstract:

PURPOSE: To easily restrain hole diameter, to enable formation of dimples with deep hole depth and to obtain a cast strip having good surface characteristic by forming the dimples formed on the surface of drum for casting the thin cast strip by using laser beam.

CONSTITUTION: A dimple machining apparatus is constituted of a laser beam oscillator 10, a machining head 11 including a bending mirror 12 and a condensed lens 13, machining sweep mechanism 11a for shifting the machining head in the axial direction of the cooling drum and rotary mechanism 14 for drum receiver supporting the above cooling drum and the cooling drum. By using the laser beam having $0.30\text{--}1.07\mu\text{m}$ wave length, the dimples having $500\mu\text{m}$ hole diameter and $350\mu\text{m}$ hole depth are formed on the surface of the cooling drum with one or plural controls among oscillating period, output and divergent angle of the laser beam.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平4-238654

(43) 公開日 平成4年(1992)8月26日

(51) Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
B 2 2 D 11/06	3 3 0 B	8823-4E		
B 2 3 K 26/00	J	7920-4E		
26/06	A	7920-4E		

審査請求 未請求 請求項の数 5 (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願平3-12687

(22) 出願日 平成3年(1991)1月11日

(71) 出願人 000006655

新日本製鐵株式会社

東京都千代田区大手町2丁目6番3号

(72) 発明者 南田 勝宏

神奈川県相模原市淵野辺5-10-1 新日本製鐵株式会社第二技術研究所内

(72) 発明者 城戸 基

神奈川県相模原市淵野辺5-10-1 新日本製鐵株式会社第二技術研究所内

(72) 発明者 西澤 文彦

北九州市戸畑区大字中原46-59 新日本製鐵株式会社機械・プラント事業部内

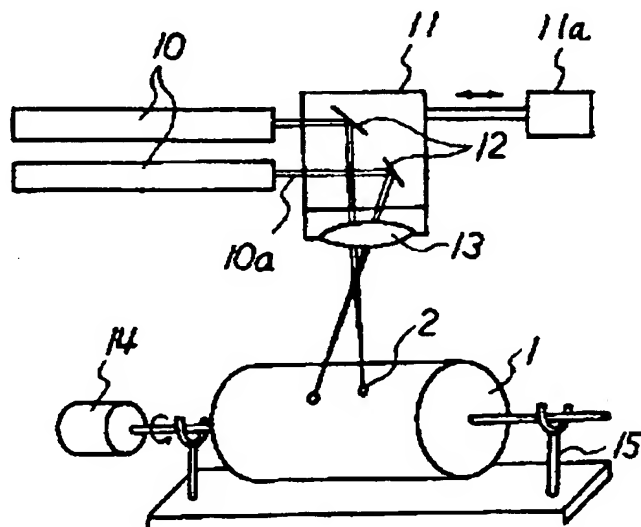
(74) 代理人 弁理士 秋沢 政光 (外1名)

(54) 【発明の名称】 薄肉鋳片鋳造用冷却ドラムのディンプル形成方法およびディンプル加工装置

(57) 【要約】

【目的】 薄肉鋳片鋳造用ドラムの表面に形成するディンプルを、レーザを用いて形成することにより、容易に穴径を抑制し、かつ穴深さを深くしたディンプルの形成が可能となり、良好な表面性状の鋳片を得ることができる。

【構成】 ディンプル加工装置が、レーザ発振機10と、ベンディングミラー12および集光レンズ13を内蔵した加工ヘッド11と、該加工ヘッド11を冷却ドラムの軸方向に移動させる加工導引機構11aと、前記冷却ドラムを支持するドラム受けおよび冷却ドラムの回転機構14とから構成され、0.30~1.07 μ mの波長を有するレーザを用い、レーザの発振周期、出力、ビーム発散角のうち1もしくは複数の制御によって穴径500 μ m、穴深さ50 μ m以上のディンプルを冷却ドラムの表面に形成する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 薄肉鋳片鋳造用冷却ドラムにディンプルを形成する方法において、0.30～1.07 μ mの波長を有するレーザを用い、レーザの発振周期、出力、ビーム発散角のうち1もしくは複数の制御によって、径を500 μ m以下、深さを50 μ m以上、穴中心間の距離を穴径の1.05倍以上5倍以下とするディンプルを冷却ドラムの表面に形成することを特徴とする薄肉鋳片鋳造用冷却ドラムのディンプル形成方法。

【請求項2】 冷却ドラムの表面に形成するディンプルの縁の高さを、深さの1/50以下とする請求項1記載の薄肉鋳片鋳造用冷却ドラムのディンプル形成方法。

【請求項3】 複数のレーザ発振機を用い、1または複数の集光系で集光した請求項1記載の薄肉鋳片鋳造用冷却ドラムのディンプル形成方法。

【請求項4】 1台のレーザ発振機を用い、1つの集光系で集光し、この集光系を高速振動制御する請求項1記載の薄肉鋳片鋳造用冷却ドラムのディンプル形成方法。

【請求項5】 レーザを用いて薄肉鋳片鋳造用冷却ドラムの表面にディンプルを形成するディンプル加工装置において、該加工装置が、レーザ発振機と、ペンディングミラーおよび集光レンズを内蔵した加工ヘッドと、該加工ヘッドを冷却ドラムの軸方向に移動させる加工導引機構と、前記冷却ドラムを支持するドラム受けおよび冷却ドラムの回転機構とから構成された薄肉鋳片鋳造用のディンプル加工装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、ツインドラム方式、単ドラム方式、ドラムーベルト方式等によって薄肉鋳片を連続鋳造するとき使用される冷却ドラム、およびこのドラムにディンプルを規則的および不規則に形成する方法およびその装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 連続鋳造の分野では、コストの切り下げ、新材料の創出等を目的として、最終形状に近い薄肉鋳片を熔融金属から直接的に製造する技術の開発が強く望まれている。この要求に応えるべく、内部冷却水冷機構を備えた一対の冷却ドラムを使用するツインドラム方式、一本の冷却ドラムを使用する単ドラム方式、冷却ドラムとベルトとの間に湯だまり部を形成するドラムーベルト方式等の各種方法がこれ迄提案され、その一部は工業生産のレベル迄達している。

【0003】 これらの連続鋳造においては、薄肉鋳片の表面性状を安定して高水準に維持することが重要である。すなわちこれらの連続鋳造方法は、旧来の連続鋳造設備によって製造されるスラブの場合と異なり、後続する工程で圧延される度合を小さくすることができる薄肉鋳片を得ることを意図して開発されたものである。

【0004】 そのため、薄肉鋳片に肉厚変動、表面割れ

等があると、これが製品表面の欠陥となって残り、商品価値を著しく損なう危険が大きい。そこで、良好な表面品質を持つ薄肉鋳片を安定して製造する為、種々の方法が検討され提案されている。

【0005】 たとえば特開昭60-184449号公報では、冷却ドラムとして働くエアギャップを形成するように、冷却ドラムの周面に凹凸を設けることが提案されている。このエアギャップによって、冷却ドラムの放熱能力が小さくなり、熔融金属の緩慢な冷却が行われる。その結果、凝固シェルの厚みが板幅方向で均一化され、形状特性の優れた薄肉鋳片が製造可能となる。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】 ところが、周面に凹凸やディンプルを形成した冷却ドラムを使用して薄肉鋳片の製造を行うと、得られた鋳片の表面に横皺が発生しやすい。この原因を図を参照しながら説明する。

【0007】 図3は、ツインドラム方式の連続鋳造機における一方の冷却ドラムのメニスカス周辺部を示したものであるが、単ドラム方式、ドラムーベルト方式にあっても同様な問題が生じる。

【0008】 冷却ドラム1の周面に形成した凹凸、ディンプル2等によって、湯だまり部3に注入された熔融金属4に振動が付与され、表面波5が発生する。熔融金属4は、矢印D方向に冷却ドラム1が回転するに伴って、冷却ドラム1の周面で冷却されて凝固シェルとなり、ドラムギャップに送られる。

【0009】 このとき湯面に表面波5が発生していると、熔融金属4と冷却ドラム1周面との接触状態が悪化し、界面に不規則な隙間が生じ易くなる。この隙間によって冷却ドラム1に対する伝熱量が低下し、凝固シェルの成長や冷却速度が鋳片の長手方向に不規則に変化する。

【0010】 その結果、鋳造された薄肉鋳片に横皺が発生する。また横皺発生に至らないまでも、表面波5によって凝固シェルの成長や冷却条件が不規則に変動するため、薄肉鋳片の熱履歴が局部的に異なったものとなる。

【0011】 この熱履歴の相違は、製品表面に光沢ムラ、粗大結晶組織等の欠陥として現れ、特に表面性状を重要視するステンレス鋼薄板等に於いては商品価値を著しく低下させる。この表面波5はディンプル2の穴径と穴深さと穴間隔が大きく関与しており、穴径を小さくすることと、穴深さを深くすること、穴間隔を小さくすることによって抑制の効果があることが判った。

【0012】 しかしこの種のディンプル2は、通常エッチングにより形成されてきたため、小穴径かつ穴深さを大きくすることは困難であった。また穴間隔を自由に变化させることは時間的にも費用的にも負担が大きく実現可能ではなかった。

【0013】 本発明は上記課題を解決した冷却ドラムのディンプル形成方法とディンプルの加工装置を提供す

る。

【0014】

【課題を解決するための手段】本発明は、鋳肉鋳片鋳造用冷却ドラムにディンプルを形成する方法において、 $0.30 \sim 1.07 \mu\text{m}$ の波長を有するレーザを用い、レーザの発振周期、出力、ビーム発散角のうち1もしくは複数の制御によって、径を $500 \mu\text{m}$ 以下、深さを $50 \mu\text{m}$ 以上、穴中心間の距離を穴径の 1.05 倍以上 5 倍以下とするディンプルを冷却ドラムの表面に形成することを特徴とする鋳肉鋳片鋳造用冷却ドラムのディンプル形成方法である。

【0015】また本発明は、上記形成方法において、冷却ドラムの表面に形成するディンプルの縁の高さを、深さの $1/50$ 以下とする。

【0016】また本発明は、上記形成方法において、複数のレーザ発振機を用い、1または複数の集光系で集光する。

【0017】また本発明は、上記形成方法において、1台のレーザ発振機を用い、1つの集光系で集光し、この集光系を高遠振動制御する。

【0018】さらにまた本発明は、レーザを用いて鋳肉鋳片鋳造用冷却ドラムの表面にディンプルを形成するディンプル加工装置において、該加工装置が、レーザ発振機と、ベンディングミラーおよび集光レンズを内蔵した加工ヘッドと、該加工ヘッドを冷却ドラムの軸方向に移動させる加工掃引機構と、前記冷却ドラムを支持するドラム受けおよび冷却ドラムの回転機構とから構成された鋳肉鋳片鋳造用のディンプル加工装置である。

【0019】

【作用】以下作用とともに、図面を用いて本発明を詳細に説明する。

【0020】図1にレーザドラム加工装置の一例を示す。レーザ発振機10から出たレーザビーム10aは、ベンディングミラー12によって加工ヘッド11内の集光用レンズ13に導かれ、ドラム1周面に集光される。このとき加工条件の制御により、ディンプル2の加工穴径と加工穴深さ、および穴の配置が制御可能である。

【0021】このときレーザビーム10aの波長を $0.30 \sim 1.07 \mu\text{m}$ としたのは、加工すべきドラム1が通常、銅製、アルミ製又はニッケル製であり、 $1.07 \mu\text{m}$ 以上の波長のレーザ光では吸収率が低すぎ、能率的な加工が得られない。

【0022】また $0.30 \mu\text{m}$ 以下の波長に於いては、加工のプロセスにおいて、それ以上の波長のレーザによる熱加工と異なり、化学的な反応による加工が主になるために、効果的な加工が不可能となることによる。

【0023】レーザ発振の周期を制御する理由としては、ディンプル2の加工位置に規則性、不規則性を付けることが可能であり、溶融金属に発生する表面波の抑制に有効である。

【0024】レーザ出力を制御する理由としては、主に穴の深さがレーザ出力に比例し、表面波が穴深さと負の相関関係をもつために、表面波の抑制に有効であるためである。

【0025】ビーム発散角を制御する理由としては、ビーム発散角と加工ディンプル径がほぼ正比例し、ディンプル径が表面波の発生に負の相関を持つため、発生する表面波の抑制に有効であるためである。

【0026】ディンプル穴径と、穴深さとの表面波に対する良好な条件は、図3に示されるように、穴径が $500 \mu\text{m}$ 以下で、穴深さが $50 \mu\text{m}$ 以上の場合特に抑制が行われることが判る。

【0027】この場合ディンプル2中心の間隔を穴径の 1.05 倍以上としたのは、これ以下であると溶融金属とドラムの接触面積が少なすぎるため、溶融金属よりドラム1に十分な伝熱が得られず、凝固シェルの安定した成長が不可能となるためであり、また5倍以上とすると、ドラム上のディンプル2の効果である溶融金属の緩やかな放熱が得られないことによる。

【0028】これらディンプル位置を積極的に制御し発生する表面波を効果的に抑制する手法としては、図1のように複数のレーザ発振機10を並べ、各々のレーザ発振周期を制御する手法や、一台のレーザ発振機を用い集光系を高遠振動させることにより実現可能である。

【0029】図2に示す1台のレーザ発振機10を用い、集光系を高遠振動させてディンプル2の位置制御を行う手法の一例として、レンズ13をレーザビーム10aに対して偏心させ高速回転させることにより実現する例をあげている。

【0030】またレーザの熱加工において、特徴とされる加工熱微物による加工部周辺の縁の盛り上がり部分は、鋳肉鋳片の表面性状を著しく低下させるが、レーザの出力エネルギーを $30 \text{mJ} \sim 100 \text{mJ}$ 、パルス幅を 100ns 程度、レーザ発散角を 3mrad 以下に制御することにより、図4に示すようにディンプル2の形状である縁2aの高さ20をディンプルの深さ21の $1/50$ 以下とすることができ、この場合鋳肉鋳片の表面性状は問題ないことが判った。

【0031】またレーザドラム加工装置は、例えば図1に示されるように、ドラム受け15によって保持されたドラム1を、その軸を中心に回転させるドラム回転機構14を持つ。この装置によりドラムを回転させ、円周方向にディンプル加工を可能とする。

【0032】さらにレーザ加工ヘッド11は加工掃引機構11aによってドラム軸方向に移動が可能である。この装置によりディンプルを軸方向に分布させる事が可能となる。これらの移動機構はコンピュータ制御されており、自由に配置デザイン可能である。

【0033】

【実施例】＜実施例1＞鋳肉鋳片鋳造用ドラムに対する

ディンプルの形成において、レーザ出力としてパルス当たりのエネルギーは各々70、80、90、100mJで、500パルス/秒、発散角3mradのYAGレーザ4台を用い、集光用レンズ($f=100\text{mm}$)にそれぞれ20度の角度をもたせ、ディンプルの中心の間隔がそれぞれ200 μm から250 μm となるように投入した。

【0034】この結果ドラム周面には、穴径120、150、170、180 μm 、穴深さ100 μm 以上、縁の高さ1 μm のディンプルが形成でき、5mm厚で表面性状の良好な薄肉鋳片が製造された。

【0035】＜実施例2＞薄肉鋳片鋳造用ドラムに対するディンプルの形成において、レーザ出力としてパルス当たりのエネルギーは各々80mJで、10パルス/秒、発散角3mradのアレキサンドライトレーザを用い、集光用レンズ($f=50\text{mm}$)に投入した。

【0036】この結果、ドラム周面には穴径100 μm 、穴深さ200 μm 、穴中心の間隔がそれぞれ120 μm から150 μm 、縁の高さ3 μm のディンプルが形成でき、5mm厚で表面性状の良好な薄肉鋳片が製造された。

【0037】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によるディンプル形成方法および加工装置によれば、冷却ドラムの表面に、穴径を小径に抑制しかつ穴深さを深くしたディンプルを、規則的あるいは不規則的な間隔で容易に形成することが出来、それぞれの鋳片に適した表面性状の良好な薄肉鋳片が安定して製造される。

【図面の簡単な説明】

【図1】複数のレーザを用いた本発明例のディンプル加工装置の略側面図である。

【図2】一台のレーザを用いた本発明例のディンプル位置制御の一例を示す概略図である。

【図3】ディンプル径とディンプル深さの表面波抑制関係を表す図面である。

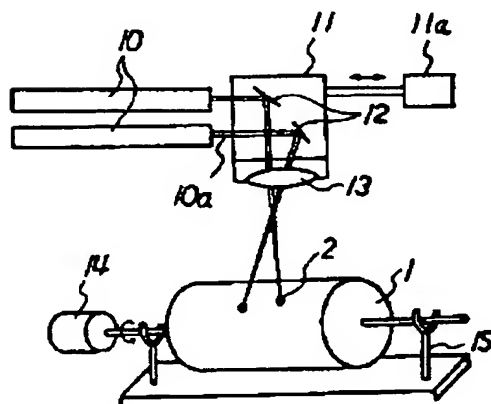
【図4】レーザにより加工されたディンプルの断面図である。

【図5】従来方法における冷却ドラムのメニスカス周辺の熔融金属の状態を示す斜視図である。

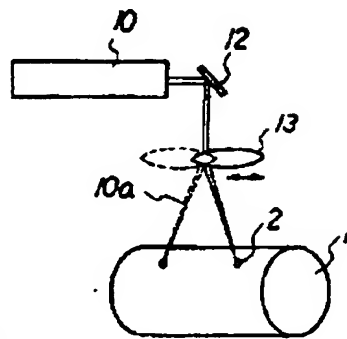
【符号の説明】

- 1 冷却ドラム
- 2 ディンプル
- 2a ディンプルの縁
- 3 湯だまり部
- 4 熔融金属
- 5 表面波
- 10 レーザ発振機
- 10a レーザビーム
- 11 加工ヘッド
- 11a 加工掃引機構
- 12 ベンディングミラー
- 13 集光レンズ
- 14 ロール回転機構
- 15 ドラム受け
- 20 縁の高さ
- 21 ディンプル深さ

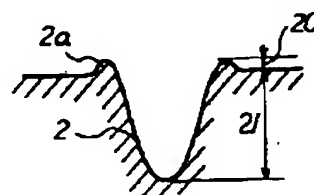
【図1】



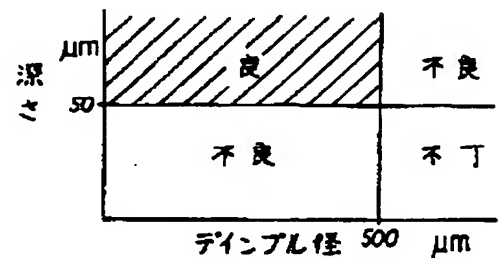
【図2】



【図4】



【図3】



(5)

特開平4-238654

【図5】

